

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Cu-Zn ПРИ ДЕФОРМАЦИИ В НАКОВАЛЬНЫХ БРИДЖМЕНА

Юшкова Д.Р.¹

Руководитель – кандидат технических наук Печина Е.А.²

¹ФГБОУ ВПО Ижевский государственный технический университет
им. М.Т. Калашникова, г.Ижевск

²ФГБУН Физико-технический институт УрО РАН, г.Ижевск
dillyara_yushkova@mail.ru¹, el_pechina@mail.ru²

Современное развитие науки и техники требует постоянной экономии всех видов ресурсов и улучшения качества на основе создания и внедрения в производство принципиально новых прогрессивных технологий и материалов. Повышение надежности, экономичности и производительности различных изделий, снижение их удельной материалоемкости достигается, прежде всего, за счет применения материалов и упрочняющих технологий, позволяющих повысить прочность, износостойкость, коррозионную стойкость и другие физико-механические свойства деталей и инструмента из различных областей приборостроения. Одним из способов повышения прочностных свойств уже несколько лет признаются методы интенсивной пластической деформации, в основе которых происходит формирование наноструктур в массивных металлических образцах и заготовках путем измельчения их микроструктуры до наноразмеров. Как правило, метод интенсивной пластической деформации кручением (ИПДК) используют для научных исследований благодаря формированию в образце под действием сдвиговых деформаций серии различных деформационных состояний по радиусу. В настоящее время стало возможным непосредственно при проведении ИПДК получать кривую сопротивления деформации сдвига, используя методику регистрации крутящего момента [1]. По особенностям на кривой $M(n)$ (момент кручения – количество оборотов) можно судить об образовании и/или растворении фаз [2,3]. Система Cu-Zn является основой для ряда промышленных сплавов, широко используемых в приборостроении. Тем не менее данные об эволюции структуры и свойств этих сплавов при ИПДК ограничены. Поэтому использование метода ИПДК с непрерывной регистрацией момента кручения для изучения закономерностей развития эволюции структуры и свойств сплавов этой системы при ИПДК безусловно актуально.

В качестве объектов исследования выбраны смеси порошков чистых компонент с различным химическим составом и отливки модельных латуней в одно- (α) и двухфазном ($\alpha+\beta'$) состояниях. ИПДК проводили на установке, реализованной на базе гидравлического пресса ДГ2432.

Измерение момента кручения проводили с помощью тензорезисторного датчика с дополнительными симметрично расположенными упругими элементами (рис. 1а). После закладки образца датчик 4 устанавливается на верхнюю наковальню Бриджмена 3 и принимает усилие от нагружающей платформы пресса, которое создает в деформируемом образце 2, помещенном на рабочей площадке нижней наковальни 1, высокое давление. Затем нижняя наковальня приводится во вращение с заданной скоростью, что вызывает сдвиговую деформацию в образце. Далее верхняя наковальня передает крутящий момент на основание торсионного тела датчика, тангенциальная упругая деформация которого вызывает деформацию тензорезисторов, наклеенных на упругие элементы 5. Сигнал с тензорезисторов, подключенных последовательно в мостовую схему, поступает на усилитель 6 и выводится на самописец 7 в виде диаграммы 8. Деформацию в наковальнях Бриджмена с сердечниками из стали ШХ15 проводили при комнатной температуре под давлением 3 ГПа со скоростью вращения подвижной наковальни 1 об./мин. Число оборотов изменяли до 16.

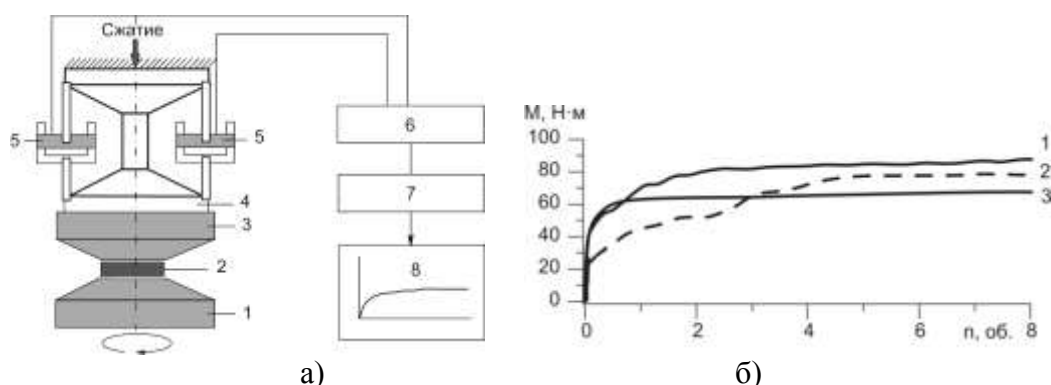


Рис. 1. Схема измерения крутящего момента в процессе ИПДК (а) и полученные кривые $M(n)$ (б): 1 – модельная латунь Cu-42%Zn; 2 – смесь порошков Cu+42%Zn; 3 – медь марки М1

Микротвердость образцов измеряли на приборе ПМТ-3. Металлографические исследования проведены на микроскопе Neophot 21. Рентгеноструктурный и фазовый анализ образцов в исходном и деформированном состоянии проведен с помощью съемки на установке ДРОН - 6 в Cu- K α излучении.

Полученные в процессе ИПДК меди, отливок и смесей чистых компонент кривые сопротивления сдвиговой деформации $M(n)$ представлены на рис. 1б. Видно, что для меди регистрируется значительное увеличение значений момента кручения до $n=1$ об. с последующим выходом на насыщение. Для двухфазной латуни наблюдается аналогичное поведение кривой $M(n)$ по сравнению с медью, но абсолютные значения момента кручения выше. Тогда как для смеси порошков на кривой $M(n)$ наблюдается 3-х стадийное увеличение значений момента кручения с увеличением количества оборотов наковальни. Результаты измерения микротвердости по диаметру образцов, полученных

ИПДК с различным количеством оборотов, представлены на рис. 2. Видно, что с увеличением количества оборотов микротвердость увеличивается. Для смеси порошков наблюдается также выравнивание значений микротвердости по диаметру.

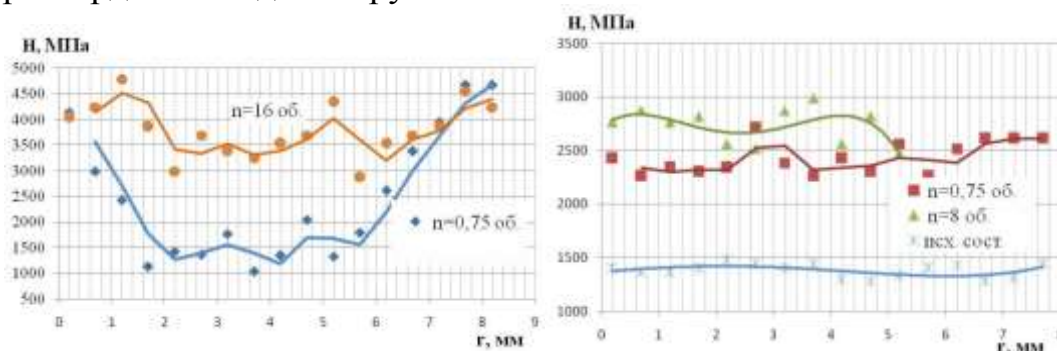


Рис. 2. Распределение микротвердости по образцам смеси порошков и модельной латуни состава Cu-42%Zn (вес.) после ИПДК

На шлифах образцов, полученных механосплавлением порошков чистых компонент (рис.3,а) после малых оборотов наблюдается чередование полос меди и цинка. С увеличением количества оборотов происходит сплавление меди и цинка, наблюдается однородная структура (рис.3,б). Для литых образцов (рис.3,в,г) также характерно образование полосовой структуры с увеличением количества оборотов. На шлифах образцов видно, что грубая двухфазная структура значительно измельчается с образованием однородной структуры по образцу.

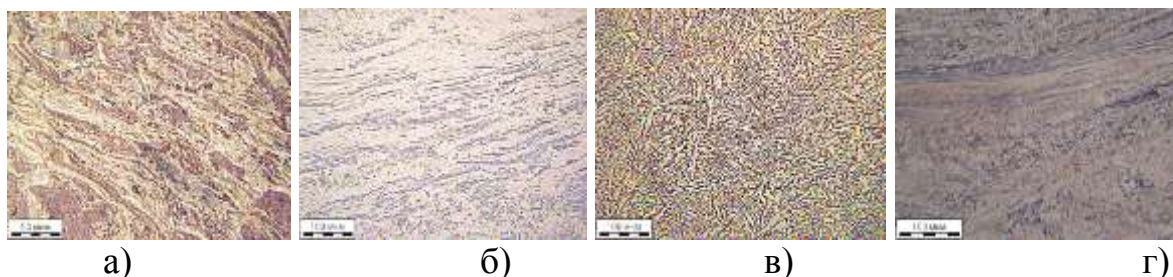


Рис. 3. Микроструктура смеси порошков после ИПДК с $n=0,75$ об. (а) и 16 об. (б); модельной латуни в исходном состоянии (в) и после ИПДК с $n=16$ об. (г)

По результатам рентгеноструктурного анализа для компактов Cu-Zn выявлено образование фаз из высококонцентрированной области равновесной диаграммы состояния. При деформации $(\alpha+\beta')$ -латуни с различным содержанием второй фазы метод позволил зарегистрировать стадию деформационно-индуцированного растворения β' -фазы.

Список литературы:

1. Иванов С.М., Печина Е.А., Ладьянов В.И., Дорофеев Г.А., Пилюгин В.П., Кузьминых Е.В. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т.79, №7, ч.1. С.49-51.
2. Печина Е.А., Иванов С.М., Ладьянов В.И., Чуков Д.И., Дорофеев Г.А., Кузьминых Е.В., Мокрушина М.И. // Деформация и разрушение материалов. 2013. №4. С.41-48.
3. Печина Е.А., Иванов С.М., Юшкова Д.Р., Ладьянов В.И. // Вестник Тамбовского университета. 2013. Т.18, вып.4. С.1867-1868.